

比率における R_s である。また、 R_2 は、圧縮率 R^2 について、圧縮率 $R = 5.5$ に対して正規化したものである。

【0110】

一方、圧縮率 $R = 5.5$ 、流量 $Q = 8.17 \text{ nm}^3/\text{s}$ におけるインク下限時安定負圧 $P_L = 0.99 \text{ kPa}$ に対して、各データにおけるインク下限時安定負圧 P_L を正規化した値が終点の比率における R_e である。また、 R_1 は、圧縮率 R について、圧縮率 $R = 5.5$ に対して正規化したものである。

【0111】

ここで、それぞれ、始点において R_s/R_2 を算出し、終点において R_e/R_1 を算出すると、表 1 より、それぞれ略 1 であることがわかる。したがって、インク上限時安定負圧 P_h は圧縮率 R の 2 乗に比例し、インク下限時安定負圧 P_L は圧縮率 R に比例することがわかる。

【0112】

以上に基づき、さらに、インク及びフォーム材の設計指針を詳しく得るために、これらの理論付けを以下のように行い、検討を加えた。

【0113】

インクカートリッジ 20 内のインクが上限まで充填されている時、すなわち、インクカートリッジ 20 にインクが満載されている時には、フォーム材の各セルを円形管路とみなし、管路の圧力差によって管内の液（本発明におけるインク）が流れていると想定することができる。図 10 に示すように、円形管路を流れる流量 $Q_i \text{ (m}^3/\text{s)}$ は、式 (1) によって定義される。

【0114】

$$Q_i = \Delta P \cdot \pi \cdot d^4 / (128 \cdot \mu \cdot L) \quad \dots (1)$$

となる。ここで、 ΔP は管路の圧力損失 (Pa)、 d は管路直径 (m)、 μ は粘度 (Pa·s)、 L は管路の流路長 (m) である。

【0115】

d (m) を圧縮時のセル径とみなすと、圧縮時のフォーム材の実装セル密度 $M = N \cdot R$ (個/inch) より、

$$d = 0.0254 / (N \cdot R) \quad \dots (2)$$

となる。

【0 1 1 6】

フォーム材は圧縮されてインクカートリッジ 2 0 内に収容されているので、フォーム材の各セルは、図 1 1 に示すように、最密状態であると考えられる。したがって、圧縮時のフォーム材下端におけるセル総数 N_d (個) は、

$$N_d = (2 / \sqrt{3}) \cdot S / (d^2) \quad \dots (3)$$

となる。ここで、 S はフォーム材の断面積 ($W \times D$) である。

【0 1 1 7】

したがって、(3) による直径一定の円柱状の流路を想定し、全流量 Q_t (m^3/s) は、式 (1)、(2)、(3) より、

$$\begin{aligned} Q_t &= Q_i \cdot N_d \\ &= [\Delta P \cdot \pi \cdot d^4 / (128 \cdot \mu \cdot L)] \cdot [(2 / \sqrt{3}) \cdot S / (d^2)] \\ &= A \cdot \Delta P \cdot S / [\mu \cdot L \cdot (N \cdot R)^2] \quad \dots (4) \end{aligned}$$

ただし 係数 $A = 1.83 \times 10^{-5}$

となる。従って、全流量 Q_t は圧縮時のフォーム材の実装セル密度 $M = N \cdot R$ (個/inch) の 2 乗に反比例していることがわかる。

【0 1 1 8】

式 (4) により、図 1 0 に示す円柱状の流路を想定した理論値である全流量 Q_t を求めた結果を、表 2 に示す。

【0 1 1 9】

【表 2】

| 圧縮率 | 平均セル径 | 実測安定負圧 | 流量/本 | 流路数 | 総流量 | 算出流量 | 比率 |
|------|--------|----------|-------------------------|---------|-------------------------|-------------------------|------|
| R | d (mm) | Ph (kPa) | Qi (pm ³ /s) | Nd (本) | Qt (nm ³ /s) | Qc (nm ³ /s) | Q/Qc |
| 2 | 0.32 | 0.07 | 8.31 | 11,867 | 99 | 7.18 | 1.14 |
| 5 | 0.13 | 0.62 | 1.89 | 74,169 | 140 | 10.17 | 0.80 |
| 5.5 | 0.12 | 0.62 | 1.29 | 89,744 | 116 | 8.41 | 0.97 |
| 6 | 0.11 | 0.73 | 1.07 | 106,803 | 114 | 8.32 | 0.98 |
| 7 | 0.09 | 0.91 | 0.72 | 145,371 | 105 | 7.62 | 1.07 |
| 8 | 0.08 | 1.30 | 0.60 | 189,872 | 115 | 8.33 | 0.98 |
| 補正係数 | | | | | 13.75 | | |

【0 1 2 0】

実際のフォーム内では球形状又は多面体上のセルが数珠状に連通しており、図 1 2 に示すように、連珠状の流路により実効の直径は上記理論値よりも小さな値

となり、セル径を用いて求めた流量 Q_t の実際の流量 Q に対する平均倍率を求め、これを補正係数 k とする。表 2 の場合、補正係数 k は 1 3 . 7 5 である。

【0 1 2 1】

ここで、図 1 3 に示すように、直径を d_m 、その中心位置を $X = 0$ とした球状流路を積分して求めた正規化流路抵抗を R_d 、円柱状流路の正規化流路抵抗を R_m とした抵抗比 R_d / R_m を、図 1 4 に示す。同図に示すように、 X が 0 近傍の場合では $r_d / R_m \doteq 1$ であるが、 X が $d_m / 2$ に近づくに伴って R_d / R_m が上昇することがわかる。この検討より、補正係数 $K = 1 3 . 7 5$ を考察すると、正規化セル径を 1 としたとき、 $X = 0 . 4 8 8$ の位置で $R_d / R_m = 1 3 . 7 5$ となる。これは流路が正規化直径 0 . 2 1 で隣接セルと連通しているモデル化できることを意味し、この検討からも実測値より決定した補正係数 K の値が適切であると言える。

【0 1 2 2】

これより、算出流量 Q_c を、

$$Q_c = Q_t / k \quad \dots (5)$$

或いは、

$$Q_c = (A / k) \cdot \Delta P \cdot S \cdot / [\mu \cdot L \cdot (N \cdot R)^2] \quad \dots (4')$$

ただし 係数 $(A / k) = 1 . 3 3 \times 10^{-6}$

として求める。

【0 1 2 3】

ここで、表 2 より、各データにおいて、 Q / Q_c は略 1 であるので、補正係数 k を用いることにより、精度よく流量 Q を求めることができることがわかる。

【0 1 2 4】

また逆に、式 (4)、(5) より、

$$\Delta P = (k / A) \cdot [\mu \cdot L \cdot (N \cdot R)^2 / S] \cdot Q \quad \dots (6)$$

ただし 係数 $(k / A) = 7 . 5 2 \times 10^5$

管路の圧力差 ΔP を実際の流量 Q より求めた結果を、表 3 に示す。

【0 1 2 5】

【表 3】

| 圧縮率 | 実装密度M | 平均セル径 | 実測流量 | 流路数 | 流量 | 圧力 | | |
|-----|-------|--------|------------------------|---------|------------------------|----------|----------|-------|
| R | N*R | d (mm) | Q (nm ³ /s) | Nd (本) | q (pm ³ /s) | ΔP (kPa) | Pc (kPa) | Pc/Ph |
| 2 | 80 | 0.32 | 8.17 | 11.867 | 0.688 | 0.0058 | 0.08 | 1.14 |
| 5 | 200 | 0.13 | 8.17 | 74.169 | 0.1101 | 0.0362 | 0.50 | 0.80 |
| 5.5 | 220 | 0.12 | 8.17 | 89.744 | 0.0910 | 0.0438 | 0.60 | 0.97 |
| 6 | 240 | 0.11 | 8.17 | 106.803 | 0.0765 | 0.0521 | 0.72 | 0.98 |
| 7 | 280 | 0.09 | 8.17 | 145.371 | 0.0562 | 0.0710 | 0.98 | 1.07 |
| 8 | 320 | 0.08 | 8.17 | 189.872 | 0.0430 | 0.0927 | 1.27 | 0.98 |
| 9 | 360 | 0.07 | 8.17 | 240.307 | 0.0340 | 0.1173 | 1.61 | — |
| 10 | 400 | 0.06 | 8.17 | 296.675 | 0.0275 | 0.1449 | 1.99 | — |
| 5.5 | 220 | 0.12 | 1.25 | 89.744 | 0.0139 | 0.0067 | 0.09 | — |

【0 1 2 6】

理論値圧の実際の圧力差であるインク上限時安定負圧 P_h に対する平均倍率を求めて補正係数とする。これにより算出された算出圧力差 P_c とインク上限時安定負圧 P_h との比を P_c / P_h とすると略 1 である。

【0 1 2 7】

また、表 2 と表 3 とをグラフとして示した図 1 5 に示す。同図に示すように、理論値からの算出値による安定負圧が、実際に測定した安定負圧とよく一致していることがわかり、インク上限時安定負圧 P_h はインクの粘度に基づく圧力損失に起因するものであり、補正係数を用いて精度よくインク上限時安定負圧 P_h を求めることができることがわかる。

【0 1 2 8】

次に、インクカートリッジ 2 0 内のインクが下限までしか充填されていない時、すなわちインクカートリッジ 2 0 内のインクが無くなる直前の状態は、フォーム材の下端のセルを毛管とみなすことができる。

【0 1 2 9】

したがって、図 1 6 及び図 1 7 に示すように、毛管内の液面（メニスカス）の臨界圧力 P_t (Pa) は、式 (7) によって定義される。

【0 1 3 0】

$$P_t = 2 \cdot T \cdot \cos \theta / (d / 2) \quad \dots (7)$$

ここで、 T は管内の液（本発明におけるインク）の表面張力 (N/m)、 θ は管との接触点の角である接触角、 d は毛管の直径 (m) である。なお、インク吸収体 2 2 はインクに対して濡れ性の良いものを選ばれるので、 θ は略 0 とみなす

ことができるので、式（7）は、

$$P_t \div 4 \cdot T / d \quad \dots (8)$$

となる。

【0 1 3 1】

したがって、式（2）及び式（8）より、

$$P_t = (4 / 0.0245) \cdot T \cdot (N \cdot R) \quad \dots (9)$$

となる。

【0 1 3 2】

式（9）より、毛管内液面の臨界圧力 P_t を求めた結果を、表 4 に示す。

【0 1 3 3】

【表 4】

| 圧縮率 R | 実装密度M N・R | 平均セル径 d (mm) | 圧力 | |
|----------|--------------|-----------------|-------------|----------|
| | | | P_x (kPa) | P_x/PL |
| 2 | | 0.318 | 0.38 | 0.82 |
| 3 | 120 | 0.212 | 0.57 | — |
| 4 | 160 | 0.159 | 0.76 | — |
| 5 | 200 | 0.127 | 0.94 | 1.10 |
| 5.5 | 220 | 0.115 | 1.04 | 1.05 |
| 6 | 240 | 0.106 | 1.13 | 0.98 |
| 7 | 280 | 0.091 | 1.32 | 1.03 |
| 8 | 320 | 0.079 | 1.51 | 1.00 |
| 9 | 360 | 0.071 | 1.70 | — |
| 10 | 400 | 0.064 | 1.89 | — |

【0 1 3 4】

式（9）より求めた理論値臨界圧力 P_x の実際の圧力であるインク下限時安定負圧 PL に対する比 P_x / PL は、略 1 であるので、インク下限時安定負圧 PL はインクの表面張力に基づく毛管の臨界圧力に起因しているという理論の正しさを示すとともに、精度よくインク下限時安定負圧 PL を求めることができることがわかる。

【0 1 3 5】

インクカートリッジ 2 0 の着脱時にインクが不用意に漏れるといった問題が生じることを防ぐ必須条件としてはインク水頭圧力に対してフォーム材の保持力である臨界圧力が大きいことが要求される。

【0 1 3 6】

したがって、インク供給口 2 4 に対するインクの水頭高さ h (m) は、インク

カートリッジ 20 において、インクの比重を γ とすると、水頭圧力は $9.8 \times 10^3 \cdot \gamma \cdot h$ (Pa) であり、式 (9) における臨界圧力 P_t (Pa) が以下の条件式を満たすことが必須となる。

【0137】

$$T \cdot N \cdot R \cdot B \geq \gamma \cdot h \quad \dots (10)$$

ただし、係数 $B = 0.0161$

また、インクカートリッジ 20 内に収納された状態でのフォーム材のセル密度、つまり実装セル密度 $M = N \cdot R$ (個/inch) は、例えばセル密度 $N = 40$ 個/inch を圧縮率 $R = 5$ で圧縮加工して得られたインク吸収体 22 をインクカートリッジ 20 に収納することによりさらに 10% の圧縮を受けるとき、

$$M = 40 \times 5.5 \times 1.1 = 242 \text{ 個/inch}$$

であり、(9) 式の必須条件は、実装セル密度 M (個/inch) を代入すると、

$$T \cdot M \cdot B \geq \gamma \cdot h \quad \dots (11)$$

ただし、係数 $B = 0.0161$

となる。なお、実装セル密度 M は、実測値を用いても良い。

【0138】

インク供給口 24 に対するインクの水頭高さ h は、通常の姿勢においてはフォーム材或いはインクカートリッジ 20 内壁の高さとすれば良い。

【0139】

ハンドリングに配慮する必要がある場合は、インクカートリッジ 20 を傾けた姿勢も含めて、とり得る供給口に対する鉛直方向の最大高さの水頭高さとする。

【0140】

セル径の分布等を考慮すると安全率を 2 倍程度以上とすることが望ましく、
よって

$$T \cdot N \cdot R \cdot B \geq 2 \cdot \gamma \cdot h \quad \dots (12)$$

又は

$$T \cdot M \cdot B \geq 2 \cdot \gamma \cdot h \quad \dots (13)$$

ただし、係数 $B = 0.0161$

とすることが望ましい。

【0141】

インクカートリッジの高さはインクレベルの変動への配慮により概ね 40 mm 以下が広く実用化されており、安全率を 2 とすると、具体的な臨界圧力として約 0.8 kPa (0.08 mH₂O) を満足することが望ましく

$$T \cdot N \cdot R \cdot B \geq 0.08 \quad \dots (14)$$

又は

$$T \cdot M \cdot B \geq 0.08 \quad \dots (15)$$

ただし、係数 $B = 0.0161$

とすることにより、0.8 kPa 以上に保つことができ、インクカートリッジ 20 の着脱時にインクが不用意に漏れるといった問題が生じることを防ぐことができる。

【0142】

ここで、表 2 と表 3 とをグラフとして示した前記図 15 に示すように、理論値及び算出値による安定負圧が、実際に測定した安定負圧とよく一致していることがわかる。また、実装セル密度 M ($\equiv N \cdot R$) の各設定時における負圧を、表 4 及び図 1 に示す。

【0143】

次に、インクノズルのインク滴出によるオリフィスのインク後退による臨界圧 P_n を求める。

【0144】

インク吐出周波数 8000 pps、ノズル数 64 本と設定ときのインク流量 Q が $Q = 8.17 \text{ nm}^3/\text{s}$ (0.49 cc/min) であったとき、インクの 1 滴は、

$$0.00817 / 8000 / 64 = 1.6 \times 10^{-8} \text{ (cc)}$$

となる。

【0145】

オリフィスの形状として、図 8 に示すように、円管のノズルの径を 20 μm 、長さを 20 μm とし、ノズル端部から頂角 90 度、頂部円径 20 μm の円錐台形がそこから延出していると仮定する。

【0 1 4 6】

この場合、インクが1滴吐出したときの、オリフィス内のインクの後退による液面位置における円錐部の直径Hを、表5に示している。なお、表5において、円錐部の直径 $H = 20 \mu\text{m}$ とは、エキシマレーザ加工等により、ノズル先端のストレート部が十分に長い場合を表している。また、インク1滴として、 1.6×10^{-8} (cc) と 1.8×10^{-8} (cc) との場合を示し、各場合に対して、ノズル先端でのメニスカスの過渡振動を考慮しない場合と、図18 (a) ~ (h) に示すように、ノズル先端でのメニスカスの過渡振動等により吐出量に対して2倍の後退量として考慮した場合を示している。

【0 1 4 7】

式(8)に円錐部の直径H (m) を代入してノズルの臨界圧力 P_n は

$$P_n \div 4 \cdot T / H \quad \dots\dots (8')$$

となる。

【0 1 4 8】

インクの供給不足を起こさない必須条件は $\text{abs}(P_n) > \text{abs}(P_h)$ であり、ノズル直径をD (m) とすると式(6)、(8')より

$$(k/A) \cdot [\mu \cdot L \cdot (N \cdot R)^2 / S] \cdot Q \leq 4 \cdot T / D \quad \dots\dots (16)$$

式(16)を整理して

$$C \cdot [\mu \cdot L \cdot Q \cdot (N \cdot R)^2 / S] \leq T / D \quad \dots\dots (17)$$

$$\text{ただし 係数 } C = (k/A) / 4 = 1.88 \times 10^5$$

を得る。

【0 1 4 9】

また、実装セル密度M (個/inch) を式(17)適合すると必須条件は、

$$C \cdot [\mu \cdot L \cdot Q \cdot M^2 / S] \leq T / D \quad \dots\dots (18)$$

$$\text{ただし 係数 } C = (k/A) / 4 = 1.88 \times 10^5$$

となる。

【0 1 5 0】

式(8')を用いて算出した各場合の臨界圧 P_n (kPa) を、表5に示している。

【0151】

この表5により、インクを連続吐出するときに、供給系の負圧は安全率、すなわち、過渡振動及び流量の誤差を考慮すると、 1.88 kPa 、すなわち、約 2.0 kPa 以下であれば、インク吐出後にノズル先端のメニスカスが後退した状態でメニスカスにより生じるインクを吸引する臨海圧力 P_n がインク供給系の負圧より大きくすることにより連続吐出においても必要量が安定供給されることが可能となる。

【0152】

したがって、供給系に発生する負圧にて、インクが供給不足になり、ノズル先端よりインク液面が後退しすぎて空気を吸入してしまうという問題は、供給系の負圧は約 2.0 kPa 以下であれば、発生を防止することができ、インクを連続吐出するときにも、インクの安定供給が可能になる。

【0153】

上記検討結果を整理するとフォーム材のセル密度 N 及び圧縮率 R に要求される条件としては式(9)、(17)より

$$[T \cdot S / (C \cdot D \cdot \mu \cdot L \cdot Q)]^{0.5} \geq (N \cdot R) \geq \gamma \cdot h / (T \cdot B) \quad \dots (19)$$

)

ただし、係数 $C = 1.88 \times 10^5$ 、係数 $B = 0.0161$

また、実装状態の実装セル密度 $M = N \cdot R$ (個/inch) としては式(10)、

(18)より

$$[T \cdot S / (C \cdot D \cdot \mu \cdot L \cdot Q)]^{0.5} \geq M \geq \gamma \cdot h / (T \cdot B) \quad \dots (20)$$

)

ただし、係数 $C = 1.88 \times 10^5$ 、係数 $B = 0.0161$

となり、式(19)、又は式(20)を満足することによりカートリッジ着脱時のインクの洩れを防止し、かつ、連続吐出時にインクを安定供給することが可能となる。

【0154】

【表 5】

| 設定条件 | H (μm) | Pn (kPa) |
|--------------------------------------|--------|----------|
| ノズルのみ | 20 | 6.00 |
| 1.6 × 10 ⁻⁸ (cc) 過渡振動考慮なし | 42 | 2.84 |
| 1.8 × 10 ⁻⁸ (cc) 過渡振動考慮なし | 58 | 2.06 |
| 1.6 × 10 ⁻⁸ (cc) 過渡振動考慮あり | 47 | 2.54 |
| 1.8 × 10 ⁻⁸ (cc) 過渡振動考慮あり | 64 | 1.88 |

【0155】

また、供給系の負圧を 2.0 kPa 以下に抑えるには (6) 式より、

$$(k/A) \cdot [\mu \cdot L \cdot Q \cdot (N \cdot R)^2 / S] \leq 2000 \quad \dots (21)$$

ただし 係数 $(k/A) / 4 = 7.52 \times 10^5$

を得る。

【0156】

また、実装セル密度 M (個/inch) を式 (21) 適合すると、

$$(k/A) \cdot [\mu \cdot L \cdot Q \cdot M^2 / S] \leq 2000 \quad \dots (22)$$

ただし 係数 $(k/A) = 7.52 \times 10^5$

となり、式 (21)、又は式 (22) を満足することにより吐出時にインクを安定供給することが可能となる。

【0157】

なお、本発明は、上記の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変更が可能である。例えば、上記実施の形態では、インクの粘度 $\mu = 0.07$ (Pa·s) (= 7 cP)、インクの表面張力 $T = 0.03$ (N/m) (= 30 dyne/cm)、及びフォーム材のセル密度 $N = 40$ (個/inch) = 1.57 (個/mm) として、解析を行った。

【0158】

しかしながら、特にこれに限定するものではなく、との条件とすることが可能である。すなわち、インクジェットのインクは、

・粘度 $\mu = 0.015 \sim 0.15$ (Pa·s)

・インクの表面張力 $T = 0.03 \sim 0.05$ (N/m)

・フォーム材のセル密度 $N = 40 \sim 100$ (個/inch)

が一般的である。

【0159】

そこで、例えば、異なる条件として、以下の条件を採用して検討を行った。

【0160】

・粘度 $\mu = 0.015$ (Pa · s)

・インクの表面張力 $T = 0.04$ (N/m)

・フォーム材のセル密度 $N = 80$ (個/inch)

その結果、前記表 3 及び表 4 に代わる表 6 及び表 7 を得た。

【0161】

【表 6】

| 圧縮率 | 実装密度M | 平均セル径 | 実測流量 | 流路数 | 流量 | 圧力 | |
|------|-------|--------|------------------------|---------|------------------------|------------------|----------|
| R | N*R | d (mm) | Q (nm ³ /s) | Nd (本) | q (pm ³ /s) | ΔP (kPa) | Pc (kPa) |
| 1 | 80 | 0.32 | 8.17 | 11.867 | 0.688 | 0.0012 | 0.02 |
| 2.5 | 200 | 0.13 | 8.17 | 74.169 | 0.1102 | 0.0078 | 0.11 |
| 2.75 | 220 | 0.12 | 8.17 | 89.744 | 0.0910 | 0.0094 | 0.13 |
| 3 | 240 | 0.11 | 8.17 | 106.803 | 0.0765 | 0.0112 | 0.15 |
| 3.5 | 280 | 0.09 | 8.17 | 145.371 | 0.0562 | 0.0152 | 0.21 |
| 4 | 320 | 0.08 | 8.17 | 189.872 | 0.0430 | 0.0199 | 0.27 |
| 4.5 | 360 | 0.07 | 8.17 | 240.307 | 0.0340 | 0.0252 | 0.35 |
| 5 | 400 | 0.06 | 8.17 | 296.675 | 0.0275 | 0.0311 | 0.43 |

【0162】

【表 7】

| 圧縮率 | 実装密度M | 平均セル径 | 圧力 |
|------|-------|--------|----------|
| R | N*R | d (mm) | Px (kPa) |
| 1 | 80 | 0.64 | 0.25 |
| 1.5 | 120 | 0.42 | 0.38 |
| 2 | 160 | 0.32 | 0.50 |
| 2.5 | 200 | 0.25 | 0.63 |
| 2.75 | 220 | 0.23 | 0.69 |
| 3 | 240 | 0.21 | 0.76 |
| 3.5 | 280 | 0.18 | 0.88 |
| 4 | 320 | 0.16 | 1.01 |
| 4.5 | 360 | 0.14 | 1.13 |
| 5 | 400 | 0.13 | 1.26 |

【0163】

そして、この結果においても、前述した各式 (1) ~ (22) を満たすことが、判明した。

【0164】

【発明の効果】

本発明のインクカートリッジは、以上のように、インク収納部に収納する前のインク吸収体のセル密度 N (個/inch) と、インク収納部に圧縮されて収納されたときのインク収納部に収納される前に対する体積比である圧縮率 R とが、下記式、

$$200 \leq N \cdot R \leq 320$$

を満たすものである。

【0165】

それゆえ、 $N \cdot R$ が 200 以上であれば、水頭で 86 mm (0.86 kPa) 以上の保持力が得られる。よって、インクカートリッジの着脱時にインクが不用意に漏れるといった問題の発生を防ぐことができる。

【0166】

また、 $N \cdot R$ が 320 以下であれば、供給系の負圧は 1.5 kPa 以下となり、インクを連続吐出するときにも、マージンを持ってインクの安定供給が可能になり、かつ、インクカートリッジの体積を効率よく活用することができる。

【0167】

さらに、従来は、 $N \cdot R$ を 200 以下としてのみ、インク吸収体を用いられていたが、200 以上でも 320 以下であればよいので、インク吸収体を用いる選択の幅を広げることができる。

【0168】

この結果、 $200 \leq N \cdot R \leq 320$ を満たすことにより、インク吸収体設計指針の選択の幅を広げることができるインクカートリッジを提供することができるという効果を奏する。

【0169】

また、連続排出時にインク供給不足が発生したり、インクカートリッジ着脱時にインク漏れを起こしたりする不具合の発生を防止し得るように、インクの特性に応じたインク吸収体の設計指針を有するインクカートリッジを提供することができるという効果を奏する。

【0170】

また、本発明のインクカートリッジは、以上のように、インク吸収体に吸収されるインクの表面張力 T (N/m) と、インク収納部に収納する前のインク吸収体のセル密度 N (個/inch) と、インク収納部に圧縮されて収納された時のインク収納部に収納される前に対する体積比である圧縮率 R とが、下記式、

$$T \cdot N \cdot R \cdot B \geq 0.08$$

ただし、係数 $B = 0.0161$

を満たすものである。

【0171】

それゆえ、 $T \cdot N \cdot R \cdot B$ が 0.08 以上であれば、0.8 kPa 以上の保持力が得られる。よって、インクカートリッジの着脱時にインクが不用意に漏れるといった問題が発生することを防ぐことができる。また、インク吸収体に吸収されるインクの表面張力 T の違いも考慮に入れることができるので、より確実に上記の問題が発生することを防ぐことができるという効果を奏する。

【0172】

また、本発明のインクカートリッジは、以上のように、インク吸収体に吸収されるインクの表面張力 T (N/m) と、インク収納部に収納する前のインク吸収体のセル密度 N (個/inch) と、インク収納部に圧縮されて収納された時のインク収納部に収納される前に対する体積比である圧縮率 R 、任意の姿勢でとり得るインク供給口に対する鉛直方向の最大高さの水頭高さ h (m) と、インクの比重 γ とが、下記式、

$$T \cdot N \cdot R \cdot B \geq \gamma \cdot h$$

ただし、係数 $B = 0.0161$

を満たすものである。

【0173】

それゆえ、 $T \cdot N \cdot R \cdot B$ が $\gamma \cdot h$ 以上であれば、任意の姿勢で生じる最大水頭圧力以上の保持力が得られる。よって、インクカートリッジの着脱時にインクが不用意に漏れるといった問題が発生することを防ぐことができる。また、インク吸収体に吸収されるインクの表面張力 T の違いも考慮に入れることができるので、より確実に上記の問題が発生することを防ぐことができるという効果を奏す

る。

【0174】

また、本発明のインクカートリッジは、以上のように、インク吸収体に吸収されるインクの表面張力 T (N/m) 及び粘度 μ (Pa · s) と、インク収納部に収納する前のインク吸収体のセル密度 N (個/inch) と、インク収納部に圧縮されて収納された時のインク収納部に収納される前に対する体積比である圧縮率 R と、インク収納部に圧縮されて収納されたインク吸収体の断面積 S (m²) 及び高さ L (m) と、インク収納部からインクが吐出されるノズルの直径 D (m) と、ノズルから吐出されるインクの最大インク吐出量 Q (m³/s) とが、下記式、

$$C \cdot [\mu \cdot L \cdot Q \cdot (N \cdot R)^2 / S] \leq T / D$$

ただし、係数 $C = 1.88 \times 10^5$

を満たすものである。

【0175】

それゆえ、上式を満たしていれば、ノズル先端でのメニスカスにより生じるインク吸引圧力に対して供給系の負圧を小さくでき、インクを連続吐出するときにも、インクの安定供給が可能になるという効果を奏する。

【0176】

また、本発明のインクカートリッジは、以上のように、インク吸収体に吸収されるインクの表面張力 T (N/m) 及び粘度 μ (Pa · s) と、インク収納部に収納する前のインク吸収体のセル密度 N (個/inch) と、インク収納部に圧縮されて収納された時のインク収納部に収納される前に対する体積比である圧縮率 R と、インク収納部に圧縮されて収納されたインク吸収体の断面積 S (m²) 及び高さ L (m) と、インク収納部からインクが吐出されるノズルの直径 D (m) と、ノズルから吐出されるインクの最大インク吐出量 Q (m³/s) とが、下記式、

$$(K/A) \cdot Q \cdot (N \cdot R)^2 \cdot (\mu \cdot L) / S \leq 2000$$

ただし、係数 $(K/A) = 7.52 \times 10^5$

を満たすものである。

【0177】

それゆえ、上式を満たしていれば、供給系の負圧は 2 kPa 以下となり、イン

クを連続吐出するときにも、インクの安定供給が可能になるという効果を奏する。

【0 1 7 8】

また、本発明のインクカートリッジは、以上のように、インクを保持する多孔質体からなるインク吸収体が収納されたインク収納部を備えたインクカートリッジにおいて、上記インク収納部に圧縮されて収納された状態でのインク吸収体の実装セル密度M（個/inch）が、下記式、

$$200 \leq M \leq 320$$

を満たすものである。

【0 1 7 9】

それゆえ、セル密度M（個/inch）が200以上であれば、水頭で86mm（0.86kPa）以上の保持力が得られる。よって、インクカートリッジの着脱時にインクが不用意に漏れるといった問題の発生を防ぐことができる。

【0 1 8 0】

また、セル密度M（個/inch）が320以下であれば、供給系の負圧は2kPa以下となり、インクを連続吐出するときにも、インクの安定供給が可能になるという効果を奏する。

【0 1 8 1】

さらに、従来は、N・Rを200以下としてのみ、インク吸収体を用いられていたが、セル密度M（個/inch）=N・Rが200以上でも320以下であればよいので、インク吸収体を用いる選択の幅を広げることができるという効果を奏する。

【0 1 8 2】

また、本発明のインクカートリッジは、以上のように、インクを保持する多孔質体からなるインク吸収体が収納されたインク収納部を備えたインクカートリッジにおいて、上記インク吸収体に吸収されるインクの表面張力T（N/m）と、インク収納部に圧縮されて収納された状態でのインク吸収体の実装セル密度M（個/inch）とが、下記式、

$$T \cdot M \cdot B \geq 0.08$$

ただし、係数 $B = 0.0161$ を満たすものである。

【0183】

それゆえ、 $T \cdot M \cdot B$ が 0.8 以上であれば、 0.8 kPa 以上の保持力が得られる。よって、インクカートリッジの着脱時にインクが不用意に漏れるといった問題が発生することを防ぐことができる。また、インク吸収体に吸収されるインクの表面張力 T の違いも考慮に入れることができるので、より確実に上記の問題が発生することを防ぐことができるという効果を奏する。

【0184】

また、本発明のインクカートリッジは、以上のように、インク吸収体に吸収されるインクの表面張力 T (N/m) と、インク収納部に収納する前のインク吸収体のセル密度 N (個/inch) と、インク収納部に圧縮されて収納された時のインク収納部に収納される前に対する体積比である圧縮率 R と、任意の姿勢でとり得るインク供給口に対する鉛直方向の最大高さの水頭高さ h (m) と、インクの比重 γ とが、下記式、

$$T \cdot N \cdot R \cdot B \geq \gamma \cdot h$$

ただし、係数 $B = 0.0161$ を満たすものである。

【0185】

それゆえ、 $T \cdot M \cdot T \cdot B$ が $\gamma \cdot h$ 以上であれば、任意の姿勢で生じる最大水頭圧力以上の保持力が得られる。よって、インクカートリッジの着脱時にインクが不用意に漏れるといった問題が発生することを防ぐことができる。

【0186】

また、インク吸収体に吸収されるインクの表面張力 T の違いも考慮に入れることができるので、より確実に上記の問題が発生することを防ぐことができるという効果を奏する。

【0187】

また、本発明のインクカートリッジは、以上のように、インク吸収体に吸収されるインクの表面張力 T (N/m) 及び粘度 μ (Pa · s) と、インク収納部に

圧縮されて収納された状態でのインク吸収体の実装セル密度 M (個/inch) と、インク収納部に圧縮されて収納されたインク吸収体の断面積 S (m^2) 及び高さ L (m) と、インク収納部からインクが吐出されるノズルの直径 D (m) と、ノズルから吐出されるインクの最大インク吐出量 Q (m^3/s) が、下記式、

$$Q \cdot M^2 \cdot (\mu \cdot L) \cdot C / S \leq T / D$$

ただし、係数 $C = 1.88 \times 10^5$

を満たすものである。

【0188】

それゆえ、上式を満たしていれば、ノズル先端でのメニスカスにより生じるインク吸引圧力に対して供給系の負圧を小さくでき、インクを連続吐出するときにも、インクの安定供給が可能になるという効果を奏する。

【0189】

また、本発明のインクカートリッジは、以上のように、インク吸収体に吸収されるインクの粘度 μ (Pa·s) と、インク収納部に圧縮されて収納された状態でのインク吸収体の実装セル密度 M (個/inch) と、インク収納部に圧縮されて収納されたインク吸収体の断面積 S (m^2) 及び高さ L (m) と、インク収納部からインクが吐出されるノズルの直径 D (m) と、ノズルから吐出されるインクの最大インク吐出量 Q (m^3/s) とが、下記式、

$$(K/A) \cdot Q \cdot M^2 \cdot (\mu \cdot L) / S \leq 2000$$

ただし、係数 $(K/A) = 7.52 \times 10^5$

を満たすものである。

【0190】

それゆえ、上式を満たしていれば、供給系の負圧は2 kPa以下となり、インクを連続吐出するときにも、インクの安定供給が可能になるという効果を奏する。

【0191】

また、本発明のインクカートリッジは、以上のように、インク吸収体に吸収されるインクの表面張力 T (N/m) 及び粘度 μ (Pa·s) と、インク収納部に収納する前のインク吸収体のセル密度 N (個/inch) と、インク収納部に圧縮さ

れて収納された時のインク収納部に収納される前に対する体積比である圧縮率 R と、インク収納部に圧縮されて収納されたインク吸収体の断面積 S (m^2) 及び高さ L (m) と、インク収納部からインクが吐出されるノズルの直径 D (m) と、ノズルから吐出されるインクの最大インク吐出量 Q (m^3/s) と、任意の姿勢でとり得るインク供給口に対する鉛直方向の最大高さの水頭高さ h (m) と、インクの比重 γ とが、下記式、

$$[T \cdot S / (C \cdot D \cdot \mu \cdot L \cdot Q)]^{0.5} \geq (N \cdot R) \geq \gamma \cdot h / (T \cdot B)$$

ただし、係数 $C = 1.88 \times 10^5$ 、係数 $B = 0.0161$

を満たすものである。

【0192】

それゆえ、 $T \cdot N \cdot R \cdot B$ が $\gamma \cdot h$ 以上であれば、インク吸収体に吸収されるインクの表面張力 T の違いも考慮して任意の姿勢で生じる最大水頭圧力以上の保持力が得られる。よって、インクカートリッジの着脱時にインクが不用意に漏れるといった問題が発生することをより確実に防ぐことができ、かつ、インクを連続吐出するときに、供給系の負圧はノズル先端でのメニスカスにより生じるインク吸引圧力以下にでき、供給系に発生する負圧にて、インクが供給不足になり、ノズル先端よりインク液面が後退しすぎて空気を吸入してしまいインク吐出動作不良となることを防止できるという効果を奏する。

【0193】

また、本発明のインクカートリッジは、以上のように、インク吸収体に吸収されるインクの表面張力 T (N/m) 及び粘度 μ ($\text{Pa} \cdot \text{s}$) と、インク収納部に圧縮されて収納された状態でのインク吸収体の実装セル密度 M (個/ inch) と、インク収納部に収納する前のインク吸収体のセル密度 N (個/ inch) と、インク収納部に圧縮されて収納された時のインク収納部に収納される前に対する体積比である圧縮率 R と、インク収納部に圧縮されて収納されたインク吸収体の断面積 S (m^2) 及び高さ L (m) と、インク収納部からインクが吐出されるノズルの直径 D (m) と、ノズルから吐出されるインクの最大インク吐出量 Q (m^3/s) と、任意の姿勢でとり得るインク供給口に対する鉛直方向の最大高さの水頭高さ h (m) と、インクの比重 γ とが、下記式、

$$[T \cdot S / (C \cdot D \cdot \mu \cdot L \cdot Q)]^{0.5} \geq M \geq \gamma \cdot h / (T \cdot B)$$

ただし、係数 $C = 1.88 \times 10^5$ 、係数 $B = 0.0161$ を満たすものである。

【0194】

それゆえ、 $T \cdot N \cdot R \cdot B$ が $\gamma \cdot h$ 以上であれば、インク吸収体に吸収されるインクの表面張力 T の違いも考慮して任意の姿勢で生じる最大水頭圧力以上の保持力が得られる。よって、インクカートリッジの着脱時にインクが不用意に漏れるといった問題が発生することをより確実に防ぐことができ、かつ、インクを連続吐出するときに、供給系の負圧はノズル先端でのメニスカスにより生じるインク吸引圧力以下にでき、供給系に発生する負圧にて、インクが供給不足になり、ノズル先端よりインク液面が後退しすぎて空気を吸入してしまいインク吐出動作不良となることを防止できるという効果を奏する。

【0195】

また、本発明の画像形成装置は、以上のように、上記いずれかに記載のインクカートリッジを備えたものである。

【0196】

それゆえ、インク吸収体設計指針の選択の幅を広げることができる画像形成装置を提供することができる。また、連続排出時にインク供給不足が発生したり、インクカートリッジ着脱時にインク漏れを起こしたりする不具合の発生を防止し得るように、インクの特性に応じたインク吸収体の設計指針を有する画像形成装置を提供することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明におけるインクジェット記録装置の実施の一形態を示すものであり、実装セル密度 $M = N \cdot R$ （個/inch）と効率との関係を示すグラフである。

【図2】

上記インクジェット記録装置の全体構成を一部切り欠いて示す斜視図である。

【図3】

上記インクジェット記録装置のインク供給装置を示す概略構成図である。

【図 4】

(a) はインクカートリッジの構成を示す断面図であり、(b) はインクカートリッジからインク供給経路を抜いた状態を示す断面図であり、(c) は検出電極の構成を示す断面図である。

【図 5】

上記インク供給装置のフィルタの構成を示す正面図である。

【図 6】

上記インクカートリッジにインクを満たした状態からインクを継続して吐出したときの時間とインクカートリッジの負圧との関係を示すグラフである。

【図 7】

図 6 を模式的に示すグラフである。

【図 8】

供給口の端部の構成を拡大して示す断面図である。

【図 9】

セル密度 N (個/inch) と効率との関係を示すグラフである。

【図 1 0】

インクカートリッジのフォーム材の各セルを円形管路とみなしたとき、円形管路を流れる流量と管路の圧力差とを示す模式図である。

【図 1 1】

最密充填されているセルを示す構成図である。

【図 1 2】

インクカートリッジにおける実際のフォーム材内では、球形状又は多面体上のセルが数珠状に連通している状態を示す断面図である。

【図 1 3】

実際のフォーム材内ではセルは連珠状の流路となっているとしたときの、実効直径の求め方を示す説明図である。

【図 1 4】

セルの直径を d_m 、その中心位置を $X = 0$ とした球状流路を積分して求めた正規化流路抵抗を R_d 、円柱状流路の正規化流路抵抗を R_m としたときの、 X と抵

抗比 R_d/R_m 及びセル直径 d との関係を示すグラフである。

【図 15】

圧縮率 R と負圧との関係を示すグラフである。

【図 16】

インクカートリッジ内のインクが無くなる直前の状態ではフォーム材の下端のセルを毛管とみなすことができるとしたときの、毛管内の液面（メニスカス）の臨界圧力を示す模式図である。

【図 17】

毛管内の液面（メニスカス）の臨界圧力を示す模式図である。

【図 18】

(a) ~ (h) はインクがノズルから吐出する状態を順に示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 印字ヘッド
- 2 キャリッジ
- 3 インク供給経路
- 10 インク供給装置
- 20 インクカートリッジ
- 21 インクタンク（インク収納部）
- 22 インク吸収体
- 23 フィルタ
- 24 インク供給口
- 25 検出電極
- D ノズルの直径
- L インク吸収体の高さ
- M インク収納部に圧縮されて収納された状態でのインク吸収体の実装セル密度
- N インク収納部に収納する前のインク吸収体のセル密度
- Q ノズルから吐出されるインクの最大インク吐出量
- R 圧縮率

S インク吸収体の断面積

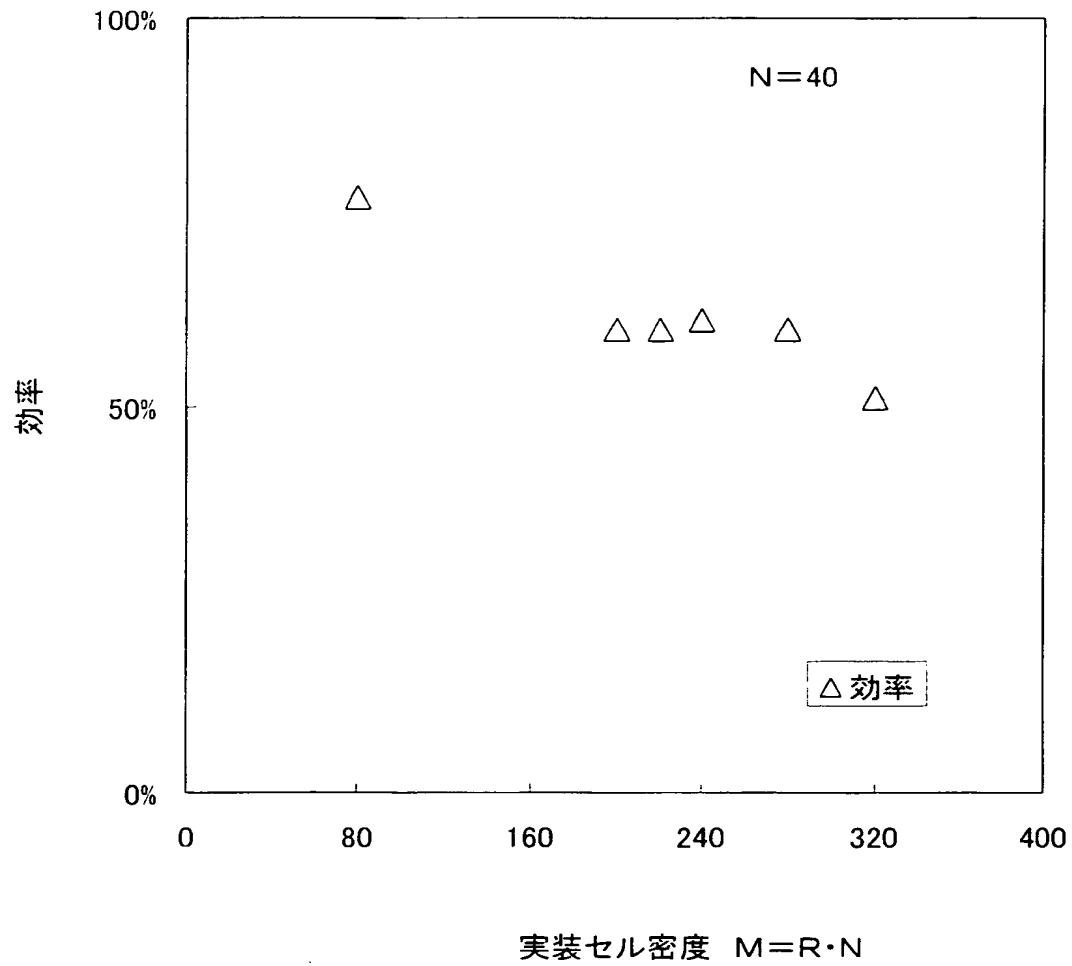
T インクの表面張力

γ インクの比重

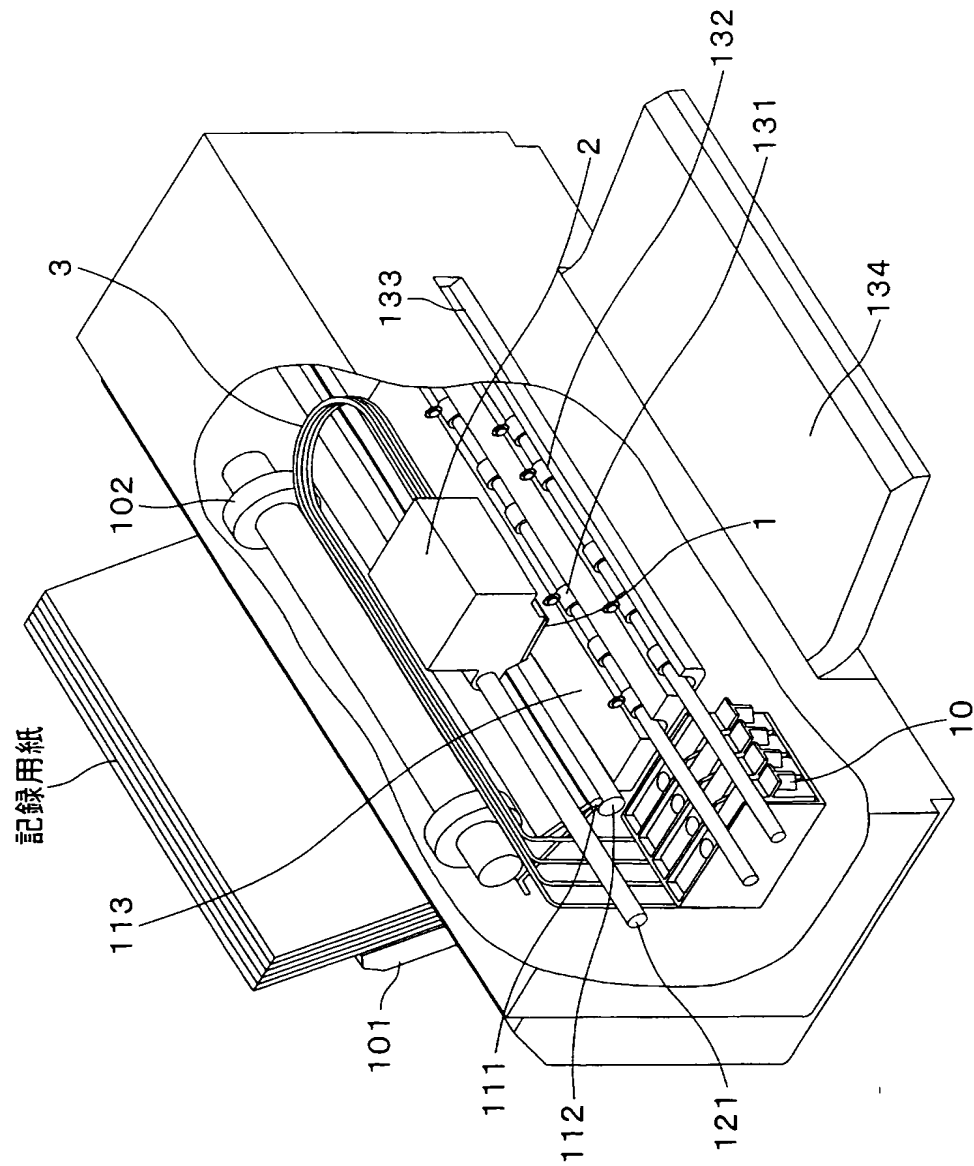
μ インクの粘度

【書類名】 図面

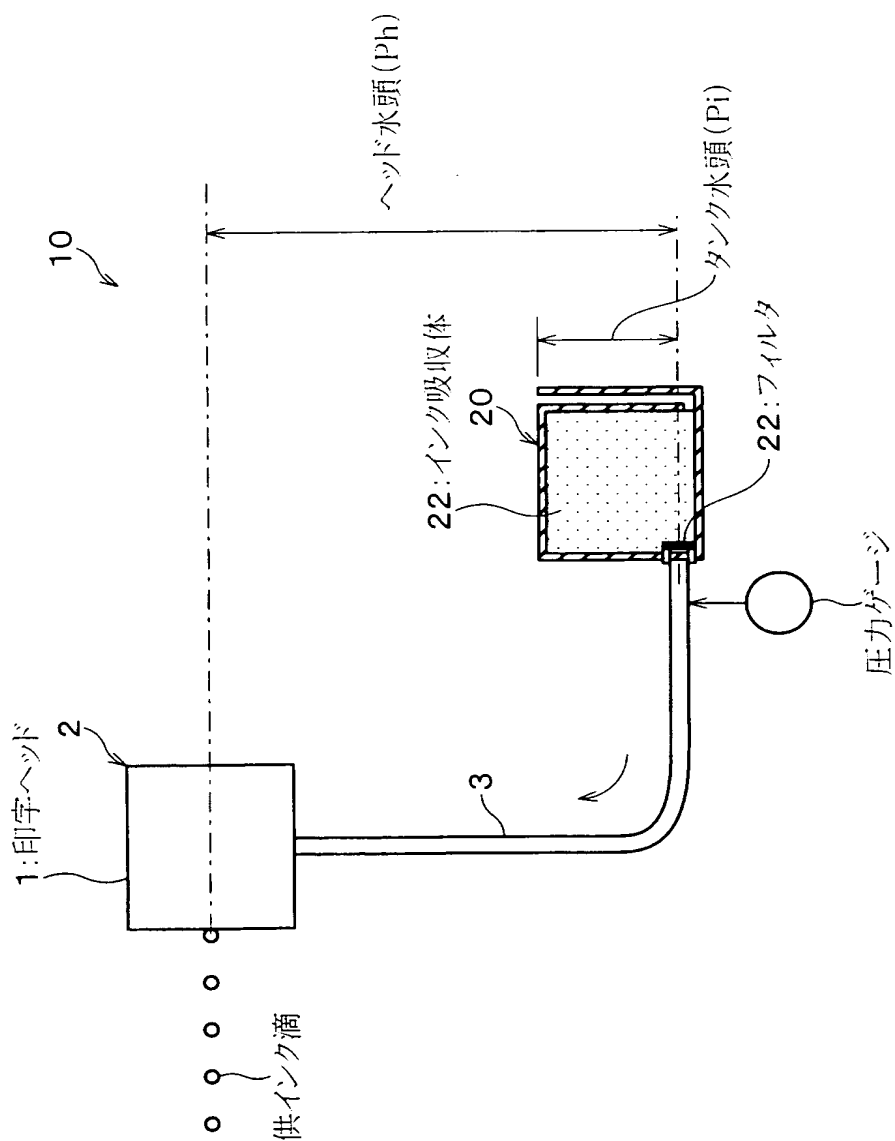
【図 1】



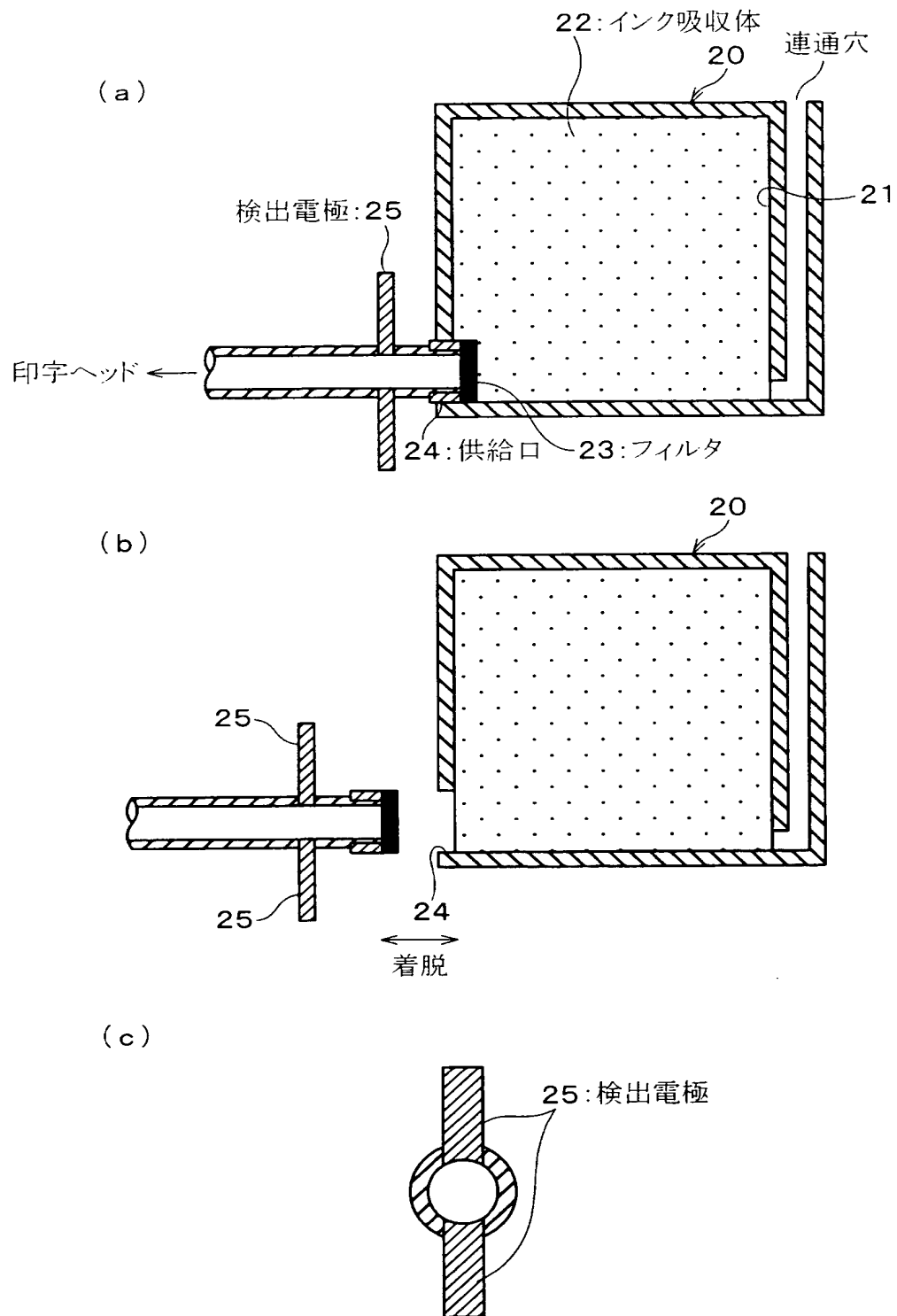
【図 2】



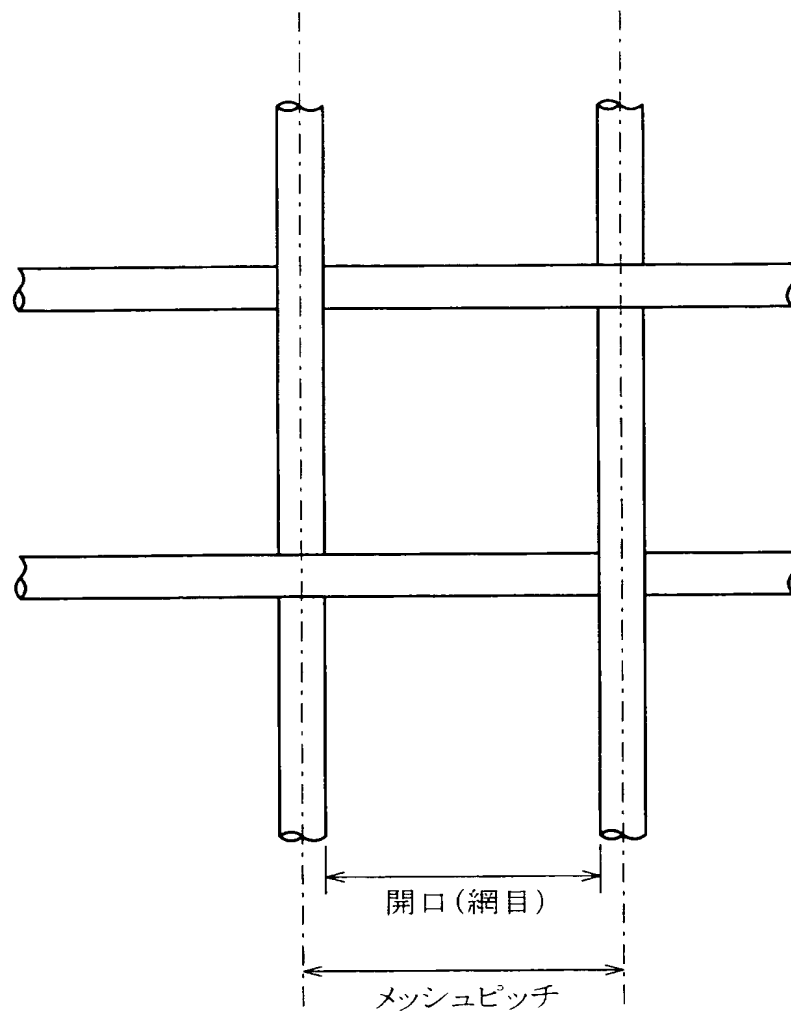
【図 3】



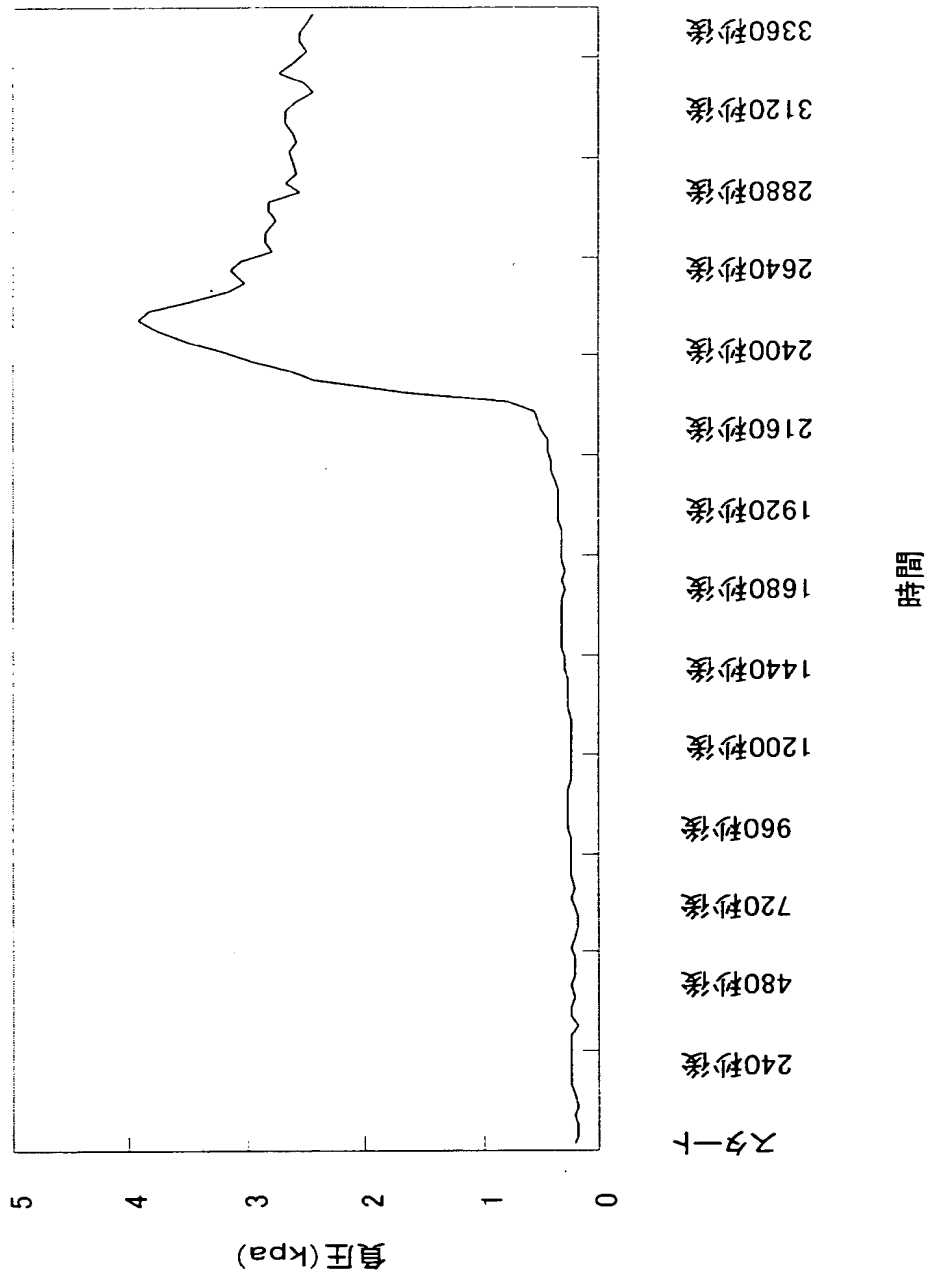
【図 4】



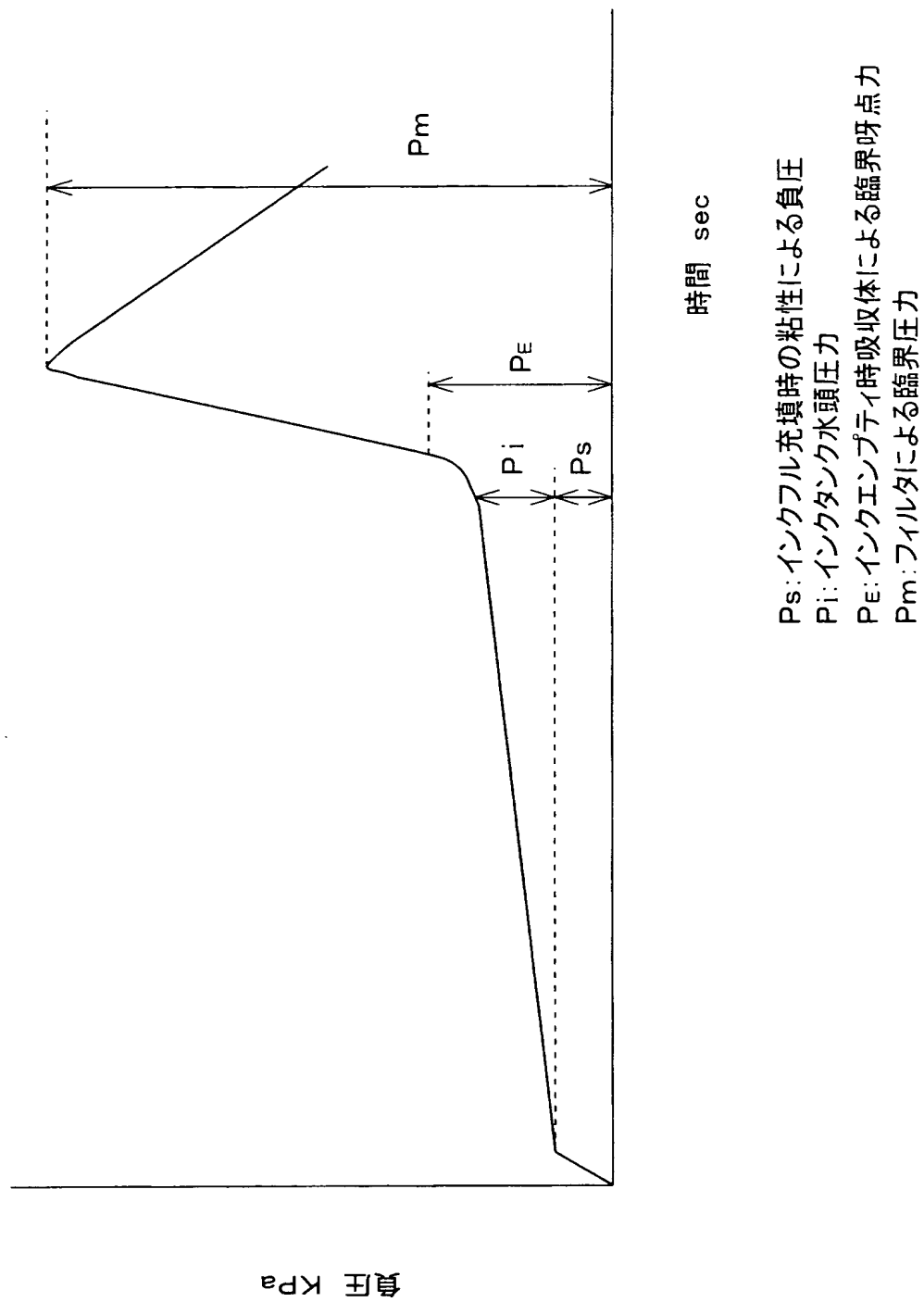
【図 5】



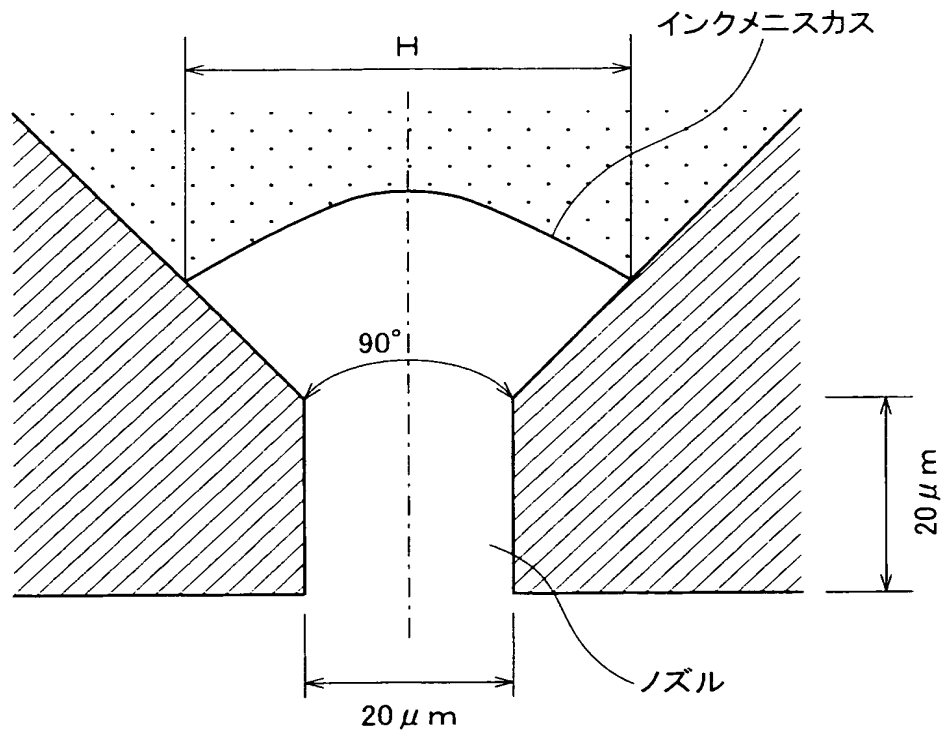
【図 9】



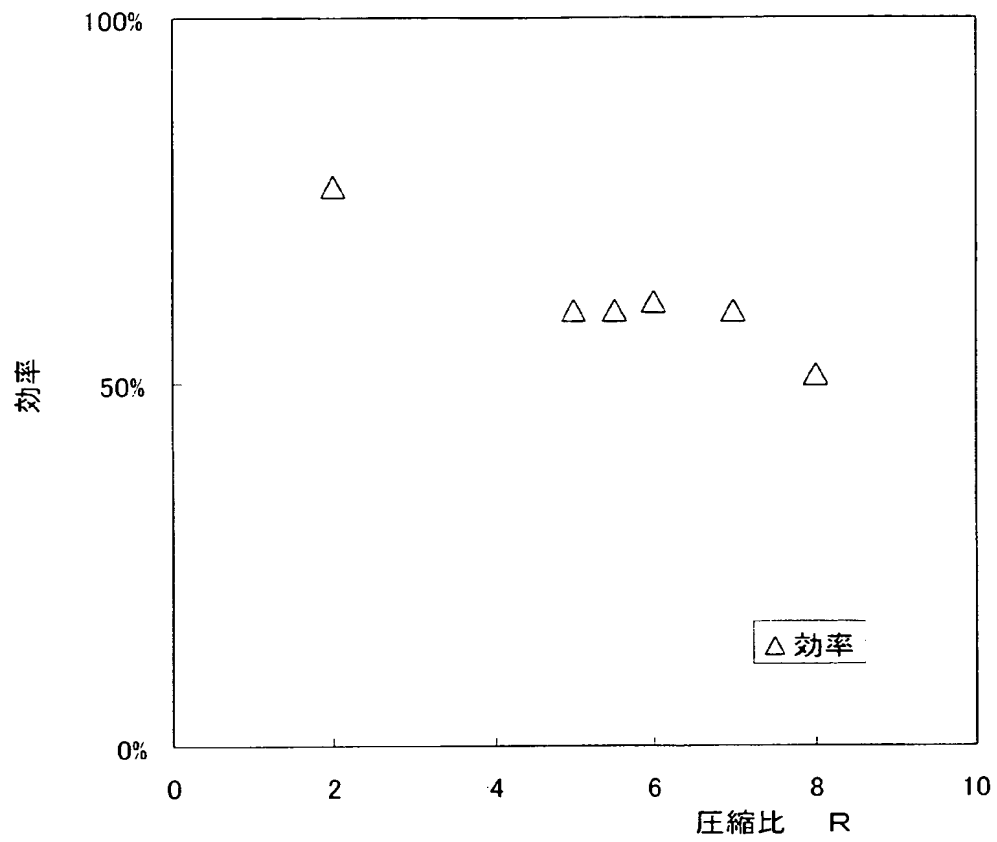
【図 7】



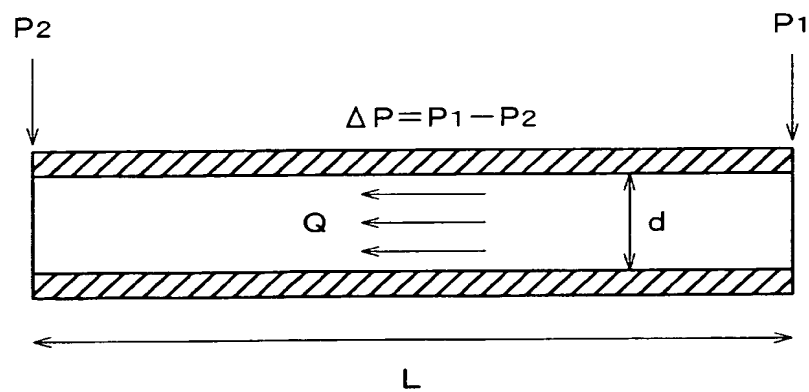
【図 8】



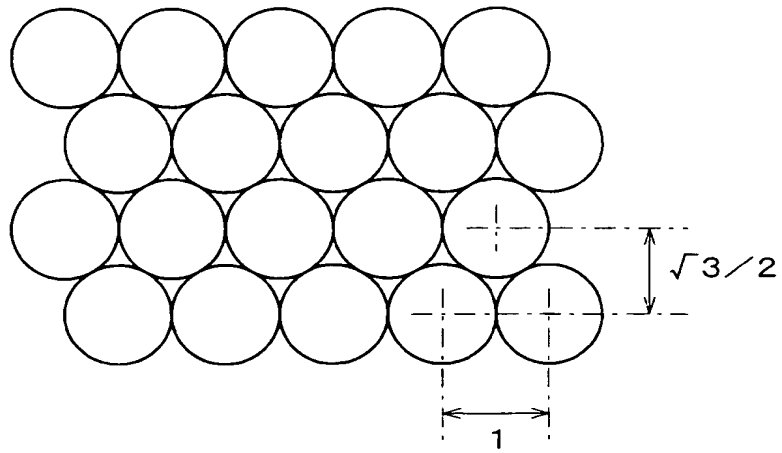
【図 9】



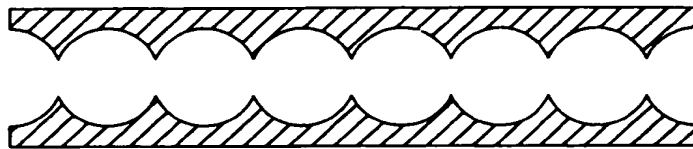
【図 10】



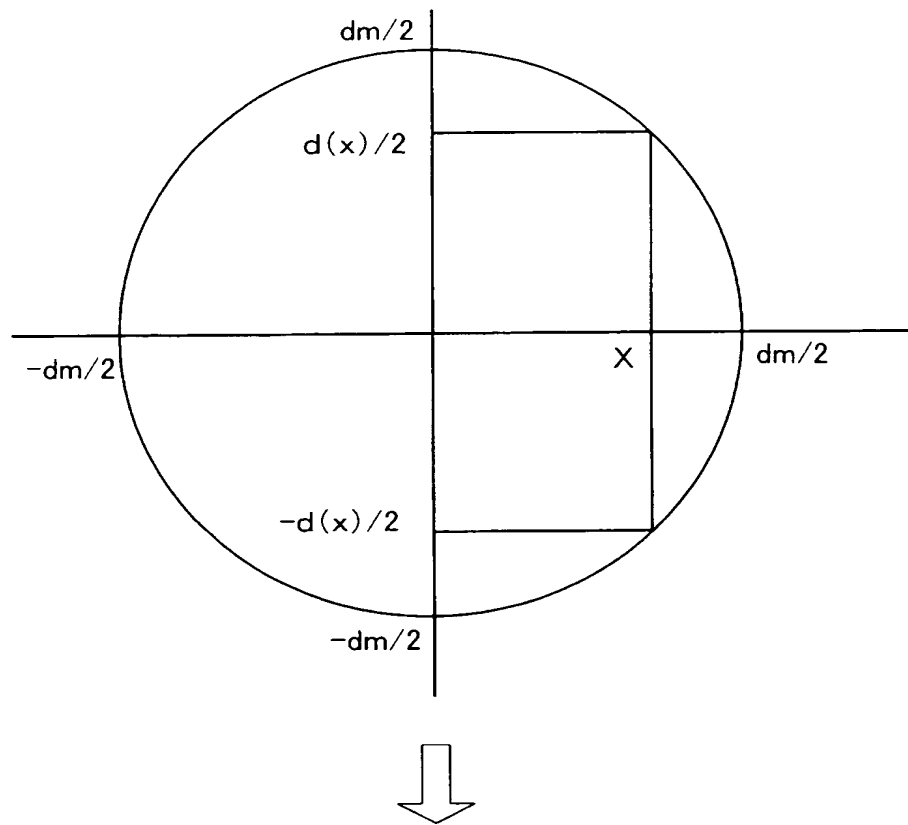
【図 11】



【図 12】



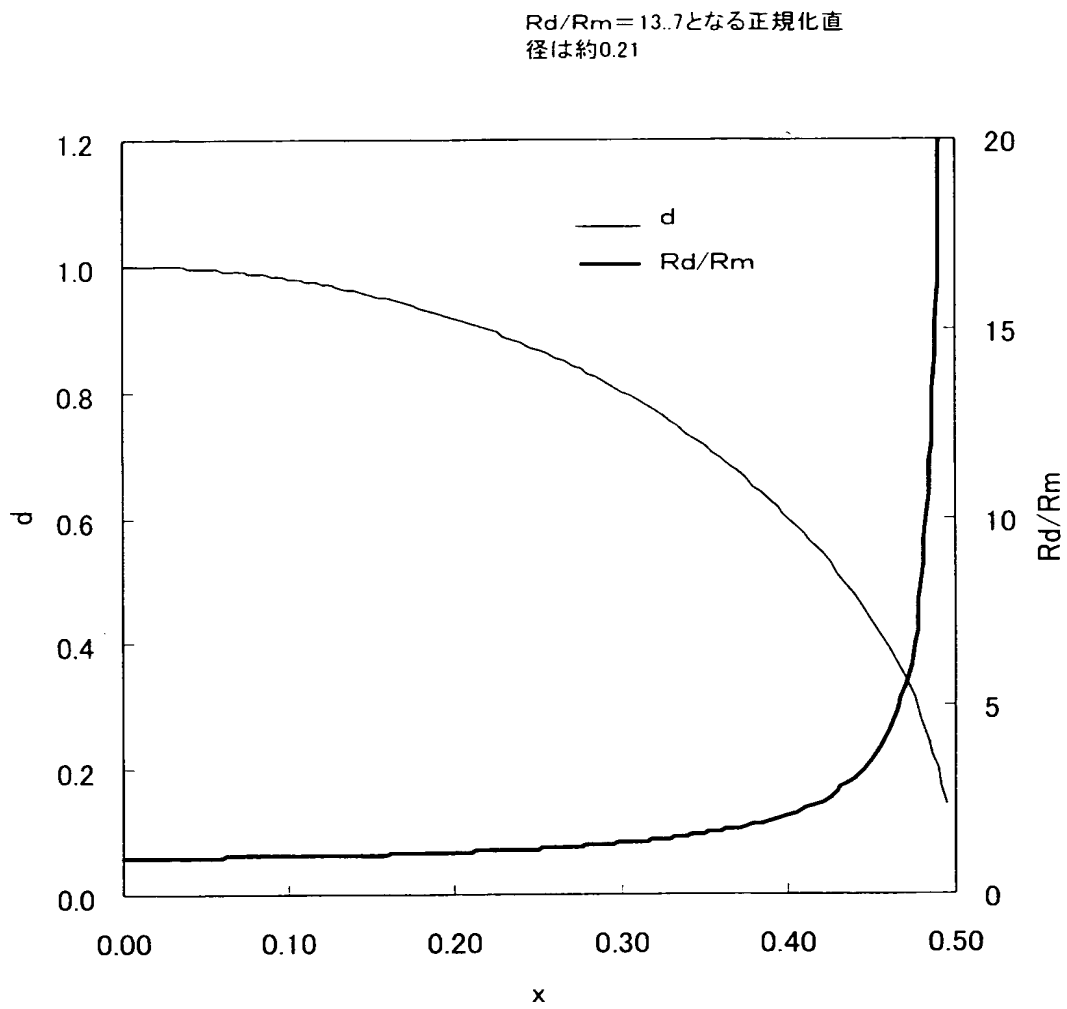
【図 13】



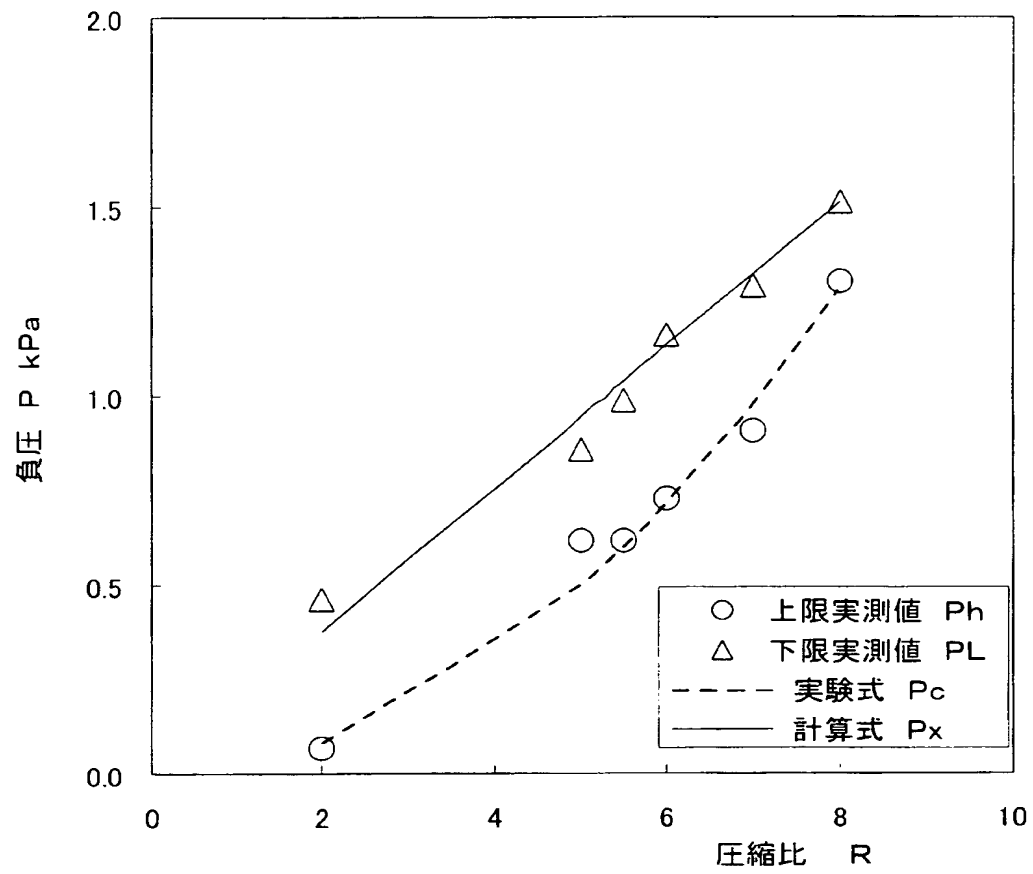
$$Rd = \int_0^X \frac{1}{\{ 2\sqrt{(dm/2)^2 - X^2} \}^4} dX$$

$$Rm = \int_0^X \frac{1}{dm^4} dX$$

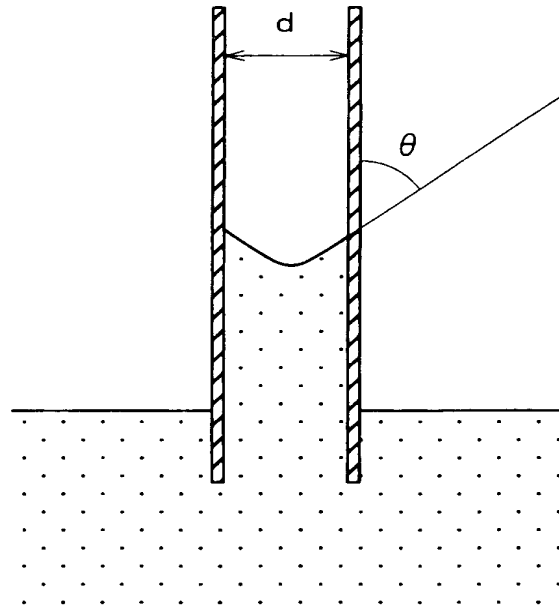
【図 14】



【図 15】

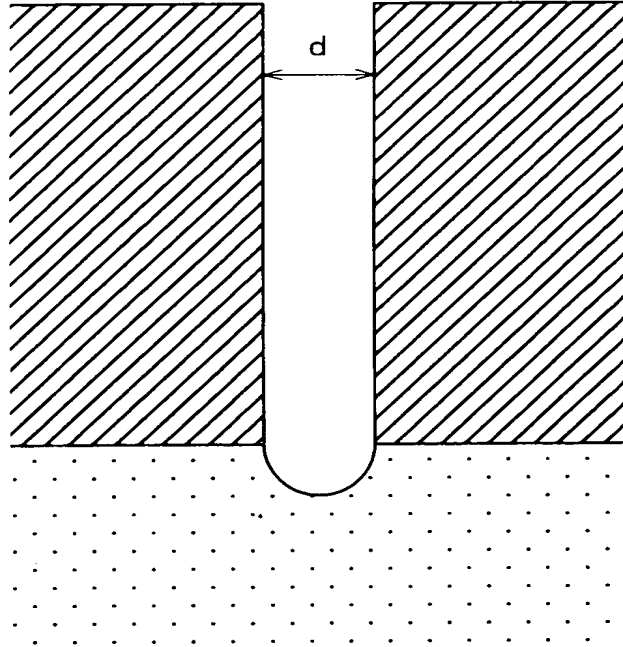


【図 1 6】



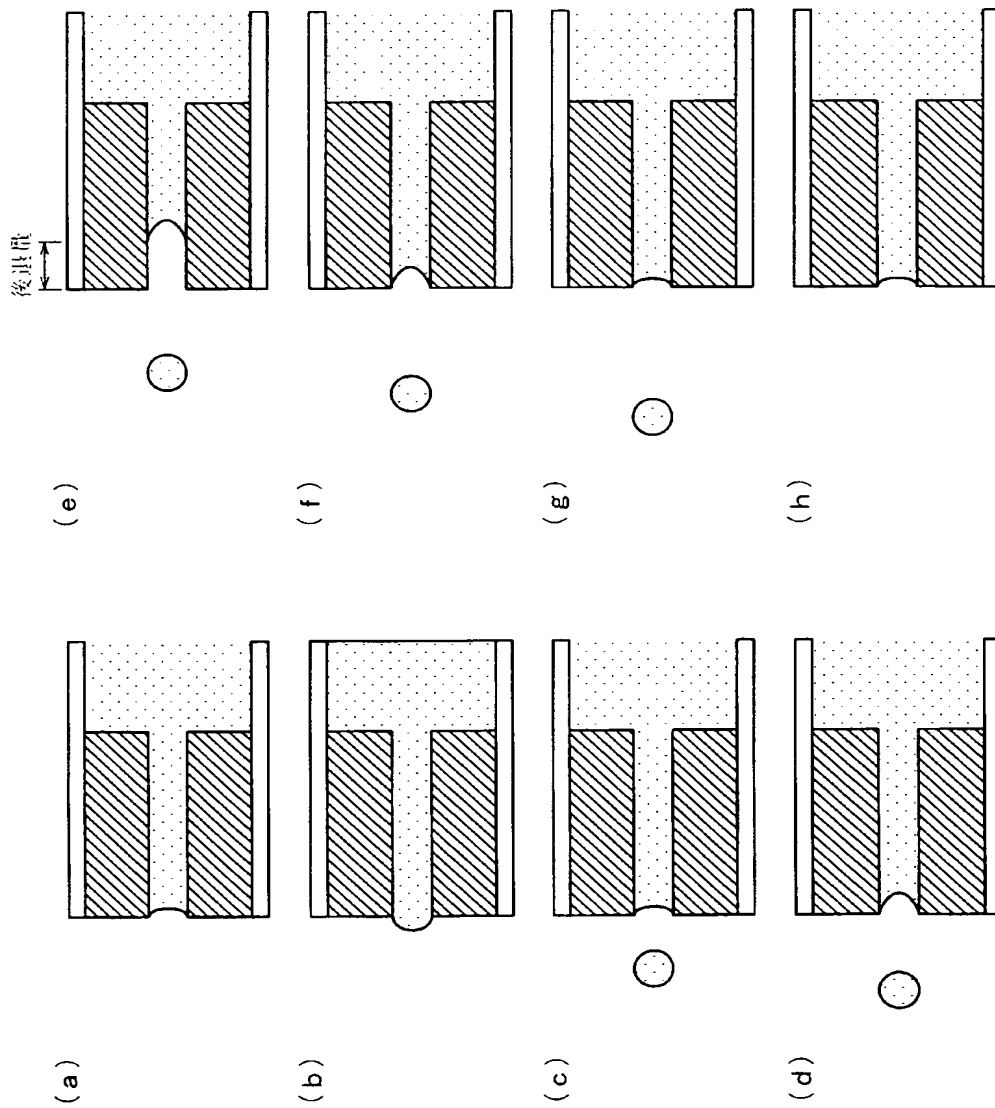
$$\Delta P = 4T \cos \theta / d$$

【図 1 7】



$$P_c = 4T / d$$

【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 インクカートリッジ時のインク漏れ、連続吐出時の安定供給、インクカートリッジ体積の有効利用を図り、インクの特性に応じたインク吸収体の設計指針を有するインクカートリッジ及びインクジェット記録装置を提供する。

【解決手段】 インクカートリッジは、インクを保持する多孔質体からなるインク吸収体が収納されたインク収納部を備える。インク収納部に収納する前のインク吸収体のセル密度 N (個/inch) と、インク収納部に圧縮されて収納されたときのインク収納部に収納される前に対する体積比である圧縮率 R とが、下記式、 $200 \leq N \cdot R \leq 320$ を満たす。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 7 0 7 2 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 4 9]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

大 阪 府 大 阪 市 阿 倍 野 区 長 池 町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シ ャ ー プ 株 式 会 社